

下腸間膜動脈の3次元断層撮影法シミュレーションによる外科解剖

—特に腹腔鏡下結腸・直腸切除術における有用性—

矢野充泰, 小坂 徹, 平井一郎, 岡崎慎史, 木村 理

山形大学医学部外科学第一講座
(平成30年9月25日受理)

抄 録

左側結腸や直腸は下腸間膜動脈 (inferior mesenteric artery : 以下、IMA) からの動脈血流を受けている。低位前方切除術での縫合不全の原因には主に吻合部の血流や緊張度があげられる。直腸癌に対するリンパ節郭清、縫合不全、入院死亡率などの点に関してIMA根部で切離する (high tie) か左結腸動脈より末梢で切離する (low tie) どちらが良いか、いまだ結論が出ていない。今回、IMAの分岐形態を3次元断層撮影法 (3-dimensional computed tomography : 以下、3D-CT) からタイプ別に検討し、臨床的にどのように応用できるか考察したので報告する。山形大学 第1外科で2014年1月から2016年8月までに行った直腸癌手術85例のうち、画像処理ソフトを用いてIMAを血管構築した77例を対象とした。3D-CT画像を画像ソフトで作成し、IMAの分岐形態を独立分岐型、共通幹型、同時分岐型の3つのタイプに分類した。3タイプの頻度、S状結腸動脈の本数、手術時間、術中出血量を検討した。独立分岐型：左結腸動脈とS状結腸動脈が独立してIMAから分岐するタイプを独立分岐型とした。33/77例 (50.6%) に認められ最も多い分岐形態であった。共通幹型：左結腸動脈とS状結腸動脈が共通幹を形成するもの。33/77例 (42.9%) に認められ独立分岐型とほぼ同等の頻度であった。同時分岐型：左結腸動脈とS状結腸動脈が共通幹を形成しないで、同じ高さでIMAから分岐するタイプ。5/77例 (6.5%) に存在した。S状結腸動脈が1本の症例は1例 (1.3%)、2本が69例 (89.6%)、3本が6例 (7.8%)、4本以上が1例 (1.3%) であり、2本の症例が多かった。IMAの3つの分岐形態と手術時間、術中出血量には有意差を認めなかった。

77例の検討でIMAの血管分岐形態と手術時間、出血量には相関を認めなかった。触覚が制限される腹腔鏡下直腸癌手術においてIMA分枝の走行形態やS状結腸動脈の本数を把握することは重要であり、術前3D-CTシミュレーションは低侵襲で有用であった。

キーワード：3Dシミュレーション、下腸間膜動脈、左結腸動脈、S状結腸動脈、腹腔鏡下直腸切除術

緒 言

左側結腸や直腸は下腸間膜動脈 (inferior mesenteric artery : 以下、IMA) からの動脈血流を受けている。大腸直腸癌の手術において下部直腸癌に対する低位前方切除術は他の大腸癌手術よりも難易度が高く、10.2%の縫合不全があり、0.9%の入院死亡率がある¹⁾。低位前方切除術での縫合不全の原因には主に吻合部の血流や緊張度があげられる。直腸癌に対するリンパ節郭清、縫合不全、入院死亡率などの点に関してIMA根

部で切離する (high tie) か左結腸動脈より末梢で切離する (low tie) のどちらが優れているか、いまだ結論が出ていない²⁾。80歳以上の高齢者では縫合不全を回避するために病変を切除し口側腸管を人工肛門とするハルトマン手術を選択する比率が若年者より高くなる^{3), 4)}。近年、大腸癌手術において腹腔鏡下手術が増加しており、触覚の制限される中でどのように血流を温存するかは縫合不全を予防する観点からも非常に重要である。

今回、IMAの分岐形態を3次元断層撮影法 (3-dimensional computed tomography : 以下、3D-

表 1. 患者背景

n=77

年齢 ^{※1}	67.0(24-90)
性別	
男性/女性	59/18
ASA 分類 ^{※2}	
1/2/3/4	8/55/13/1
腫瘍の局在	
S ^{※3} /RS ^{※4} /Ra ^{※5} /Rb ^{※6}	19/13/19/26
術式	
HAR ^{※7} /LAR ^{※8} /ISR ^{※9} /APR ^{※10} /Hartmann/その他	16/24/3/13/18/3
到達法	
開腹/腹腔鏡	30/47
郭清度	
D1 ^{※11} /D2 ^{※12} /D3 ^{※13}	9/15/53
pStage	
I / II / IIIa/IIIb/IV	20/17/15/8/17

^{※1} 中央値(範囲)

^{※2} ASA 分類: American Society of Anesthesiologists における全身状態分類

^{※3} S: S 状結腸

^{※4} RS: 直腸 S 状部

^{※5} Ra: 上部直腸

^{※6} Rb: 下部直腸

^{※7} HAR: High Anterior Resection

^{※8} LAR: Low Anterior Resection

^{※9} ISR: InterSphincteric Resection

^{※10} APR: AbdominoPerineal Resection

^{※11} D1: 腸管傍リンパ節の郭清

^{※12} D2: 腸管傍リンパ節および中間リンパ節の郭清

^{※13} D3: 領域リンパ節の郭清

CT) からタイプ別に検討し、臨床的にどのように応用できるか考察したので報告する。

対象と方法

山形大学第1外科で2014年1月から2016年8月までに行った直腸癌手術85例のうち、画像処理ソフトを用いてIMAを血管構築した77例を対象とした。画像処理ソフトはシナプス ピンセント[®] (Toshiba, Tokyo, Japan) を用いた (図1)。3D-CTに加えて、2次元でのCT像も照らし合わせながら動脈の走行を確認した。3D画像を解析し、IMAの分岐形態を独立分岐型、共通幹型、同時分岐型の3つのタイプに分類し、3タイプの頻度、S状結腸動脈の本数、手術時間、術中出血量を検討した。

血管分岐形態と手術時間の検討には一元配置分析 t 検定、術中出血量の検討にはMann-WhitneyのU検定を用いた。

結 果

1. 左結腸動脈、S状結腸動脈から分類したIMA分岐タイプ

IMAの分岐形態を既報と比較しつつ、独立分岐型、共通幹型、同時分岐型の3つに分類した (表2)。

独立分岐型. 左結腸動脈とS状結腸動脈が独立してIMAから分岐するタイプを独立分岐型とした (図2a)。独立分岐型は33/77例 (50.6%) に認められ最も多い分岐形態であった (図3a)。

共通幹型. 左結腸動脈とS状結腸動脈が共通幹を形成

表 2. 過去の報告における各分枝形態の割合と自験例

報告者	Basmajian ¹²⁾	Griffiths ¹³⁾	甲田 ¹⁴⁾	加藤 ¹⁵⁾	矢田 ¹⁶⁾	樋口 ¹⁷⁾	自験例
報告年	1955	1956	1982	1990	1996	2014	2017
独立分岐型	62%	41%	6%	67%	58%	52%	51%
共通幹型	31%	45%	79%	29%	27%	16%	43%
同時分岐型	7%	8%	8%	4%	15%	32%	7%

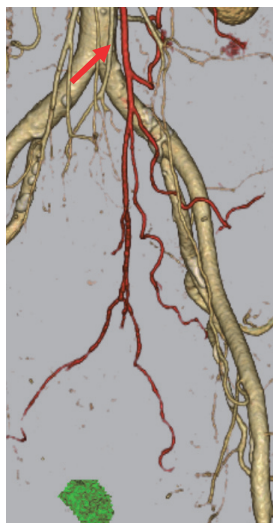


図 1. IMAの3D-CT画像

IMA（赤矢印）とその分枝を赤で示す。中枢側から左結腸動脈、第1 S 状結腸動脈、第2 S 状結腸動脈が順に分岐している。



図 2 a. 独立分岐型の3D-CT画像

左結腸動脈（黒矢印）と第1・第2 S 状結腸動脈（黄矢印）が独立してIMAから分岐するタイプ

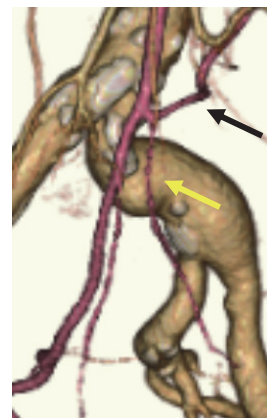


図 2 b. 共通幹型の3D-CT画像

左結腸動脈（黒矢印）と第1 S 状結腸動脈（黄矢印）が共通幹を形成してIMAから分岐するタイプ



図 2 c. 同時分岐型の3D-CT画像

左結腸動脈（黒矢印）と第1 S 状結腸動脈（黄矢印）がIMAから同じ高さで同時に分岐するタイプ

するもの（図2b）。共通幹型は33/77例（42.9%）に認められ独立分岐型とほぼ同等の頻度であった（図3b）。**同時分岐型.** 左結腸動脈とS 状結腸動脈が共通幹を形成しないで、同じ高さでIMAから分岐する同時分岐型（図2c）は5/77例（6.5%）に存在した（図3c）。

2. S 状結腸動脈の本数

3D-CTで同定したS 状結腸動脈の本数を検討した

（表3）。S 状結腸動脈が1 本の症例は1 例（1.3%）、2 本が69例（89.6%）、3 本が6 例（7.8%）、4 本以上が1 例（1.3%）であり、2 本の症例が多かった。

3. IMA血管分岐形態と手術時間の検討

独立分岐型の平均手術時間は220.1分であった（表4）。共通幹型は200.9分、同時分岐型は195.2分で3 群間に統計学的な有意差を認めなかった。

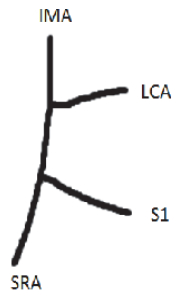


図3 a. 独立分岐型のシェーマ

左結腸動脈と第1 S 状結腸動脈が下腸間膜動脈 (IMA) から別々の高さで分岐する。50.6% (39/77例)。

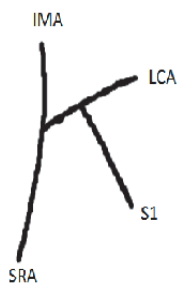


図3 b. 同時分岐型の3D-CT画像

左結腸動脈と第1 S 状結腸動脈が共通幹を形成して下腸間膜動脈 (IMA) から分岐する。42.9% (33/77例)。



図3 c. 同時分岐型の3D-CT画像

左結腸動脈と第1 S 状結腸動脈が下腸間膜動脈 (IMA) から同じ高さで同時に分岐する。6.5% (5/77例)。

4. IMA血管分岐形態と術中出血量の検討

独立分岐型における出血量 (中央値) は25ml (0-1420) であった (表5)。共通幹型は44ml (0-887)、同時分岐型は160ml (15-528) で3群間に統計学的な有意差を認めなかった。

考 察

IMAは左半結腸の動脈を供給しており、その枝である上直腸動脈は直腸の血流も養っている。大腸は上腸間膜動脈 (superior mesenteric artery: 以下、SMA) とIMAからの辺縁動脈で養われるが、双方か

表3. 過去の報告における S 状結腸動脈の本数と自験例

報告者	加藤	矢田	自験例
報告年	1990	1996	2016
1 本	19%	18%	1.3%
2 本	45%	40%	89.6%
3 本	27%	32%	7.8%
4 本以上	9%	10%	1.3%
症例数	125 例	260 例	77 例

表4. 血管分枝形態と手術時間の関係

タイプ	手術時間 (分)
独立分岐型	220.1 ± 71.9
共通幹型	200.9 ± 79.0
同時分岐型	195.2 ± 57.9
平均 ± 標準偏差	

*p=0.524 **p=0.986 ***p=0.762

表5. 血管分枝形態と術中出血量の関係

タイプ	術中出血量 (ml)
独立分岐型	25 (0-1420)
共通幹型	44 (0-887)
同時分岐型	160 (15-528)
中央値 (範囲)	

*p=0.325 **p=0.424 ***p=0.182

らの辺縁動脈は脾弯曲部で以前Riolanアーチと呼ばれていたが、これが欠如している症例もある⁵⁾。左側結腸癌の対する手術ではリンパ節郭清を行うためにIMAを根部で切離することがあり、この場合吻合に用いる S 状結腸や下行結腸の血流はSMAからの辺縁動脈の血流からのみとなる。IMA根部で切離したところ近位側の大腸が壊死した報告があるように、吻合部の血流低下は縫合不全の重要な一因であり、可能な限り避けなければならない⁶⁾。一方、憩室炎に対して S 状結腸切除術を行った130例の検討ではIMAや上直腸動脈を温存してもしなくても縫合不全率は同じであったという報告もある⁷⁾。IMA根部での切離と左結腸動脈より末梢での切離では予後の差はなかったという報告がある⁸⁾。

IMAの分岐形態の分類にはZebrowski分類など⁹⁾種々あるが、IMAから左結腸動脈、S 状結腸動脈、上直腸動脈の分岐様式で分類される。Miyamotoらは腹腔鏡下結腸直腸手術において3D-CTを46例に行い、Type Aを左結腸動脈と S 状結腸動脈がIMAの同じ高さから分岐するもの、Type Bを左結腸動脈と S 状結腸動脈の共通幹がIMAから分岐するもの、Type Cを

左結腸動脈とS状結腸動脈が別々にIMAから分岐するものと、3つのタイプに分類し腹腔鏡下手術に有用と報告している¹⁰⁾。Muronoらは3D-CTで左結腸動脈がS状結腸動脈から分岐(41.2%)、左結腸動脈とS状結腸動脈が共通幹を有する(44.7%)、左結腸動脈が存在しない例(5.1%)と報告している¹¹⁾。過去のIMAの血管走行パターンの報告と自験例について表2に示す。IMAの分枝は3種類に分類でき、それぞれの割合は既報とおおよそ同様であった。独立分岐型と共通幹型の割合が多い。以前の報告は血管造影や解剖剖出法による検討であるが、multi-detector CTによる3D-CTの作成は簡便な方法であり、侵襲も少ない。S状結腸動脈の本数は大腸癌取扱い規約のシェーマでは3本描かれているが¹⁸⁾、実際には2本の症例が多い。他の報告例と自験例の比較を表3に示す。血管造影や解剖剖出法と3D-CTでは本数が異なる可能性はあるが、比較的細い動脈でも最近の3D-CTでは描出することができる。

Bertrandらは100例のCTアンギオグラフィーの検討でIMAにはvariationはなく、左結腸動脈、S状結腸動脈、上直腸動脈は個人差が多いため、IMAから左結腸動脈が分岐後の低い位置で切離するよりも、IMA根部の高い位置で切離する方が適切であると報告している¹⁹⁾。IMA根部で切離した場合、新鮮遺体での検討では左結腸動脈より末梢で切離した時よりも吻合に用いる下行結腸が10cm伸びるという報告がある²⁰⁾。一方、成島らは近位S状結腸の癌に対し、遠位S状結腸動脈の血流を保つためにIMA、下腸間膜静脈(inferior mesenteric vein: 以下、IMV)を温存した選択的第1S状結腸動脈切除術を報告しており、術前に行ったシミュレーションCTが有用であったとしている²¹⁾。

従来は低位前方切除術で吻合する際に下行結腸の血流が良いかどうかは肉眼的な色調を見て判断してきた。結腸の辺縁動脈の拍動を観察したり、静脈の色調が軽度で黒いなどの主観的な判断であった。レーザードップラーによるIMA根部での血流測定の研究ではIMAまたは左結腸動脈をクランプすると有意に低下したが、特に高齢者での吻合部血流の低下を診断できるという報告がある²²⁾。その他、術中IMA切離断端圧の測定法があるが煩雑である²³⁾。最近では簡便なインドシアニングリーン色素による方法が報告されている^{24), 25)}。

血管外科領域では腹部大動脈瘤の手術でIMAを再建すべきかどうか議論されている。IMAは大腸直腸の虚血を避けるためにグラフトなどを用いて再建すべきという意見²⁶⁾と再建しなくても問題ないという報

告がある²⁷⁾。今回の3D-CTによるCT血管構築はSMAとIMAの辺縁動脈の連続性の発達が十分かどうかなどを判断して、IMAを再建すべきか、しなくても問題ないかを術前に検討するための重要な判断手段となると考えられる。今回我々はIMAの血管分岐形態と手術時間、出血量を検討したが、独立分岐型、共通幹型、同時分岐型の3群に有意差は認められなかった。この原因としてIMA根部で切離するD3郭清がほとんどであったため(全体: 69%、独立分岐型: 69%、共通幹型: 67%、同時分岐型: 80%)分岐形態別の差が出なかったものと考えられる。

近年、新しい化学療法や分子標的薬が登場し、大腸直腸癌の予後の改善は著しいが、手術的に癌遺残がないように切除することが重要であることには変わりはない。それと共に低侵襲性を追求すべく結腸・直腸切除術において腹腔鏡手術が多く行われるようになっていく。腹腔鏡下大腸手術ではモニターを見ながらの手術となり、腸間膜の動脈拍動を触診することができない。同じく近年増えつつある高齢者、動脈硬化、糖尿病合併症例などの高リスク症例の直腸癌手術において、縫合不全に関与する腸管血流を温存するために左結腸動脈分岐の末梢でIMAを切離する場合がある。その際にIMA根部からどの位置に左結腸動脈が存在し、共通幹型や同時分岐型のように同時に切離すべき第1S状結腸動脈が存在するかどうかを術前に3D-CTシミュレーションを行い、これらを把握することは、低侵襲かつ根治性および安全性の高い手術を行うのに有用である。

結 語

大腸直腸癌手術における最大の合併症である縫合不全の原因とされている腸管血流をいかにして温存するか、様々な方法が試みられている。今回我々が行った3D-CTによる血管構築は、特に今後増加と思われる高齢者や高リスク患者における腹腔鏡下手術において、比較的簡便かつ低侵襲に行える手段として有用であると考えられる。

参考文献

1. Matsubara N, Miyata H, Gotoh M, Tomita N, Baba H, Kimura W, et al.: Mortality after common rectal surgery in Japan: a study on low anterior resection from a newly established nationwide large-scale clinical database. *Dis Colon Rectum* 2014; 57: 1075-1081
2. Cirocchi R, Trastulli S, Farinella E, Desiderio J,

- Vettroretto N, Parisi A, et al.: High tie versus low tie of the inferior mesenteric artery in colorectal cancer: a RCT is needed. *Surg Oncol* 2012; 21: e111-e123
3. 木村理: 高齢者の消化器疾患－外科の立場から. *日本老年医学会雑誌* 2002; 39: 127-140
 4. 磯部秀樹, 高須直樹, 水谷雅臣, 木村理: 80歳以上高齢者大腸癌の治療. *日本老年医学会雑誌* 2007; 44: 599-605
 5. Lange JF, Komen N, Akkerman G, Nout E, Horstmanshoff H, Schlesinger F, et al.: Riolan's arch: confusing, misnomer, and obsolete. A literature survey of the connection(s) between the superior and inferior mesenteric arteries. *Am J Surg* 2007; 193: 742-748
 6. Tsujinaka S, Kawamura YJ, Tan KY, Mizokami K, Sasaki J, Maeda T, et al.: Proxymal bowel necrosis after high ligation of the inferior mesenteric artery in colorectal surgery. *Scand J Surg* 2012; 101: 21-25
 7. Lehmann RK, Brounts LR, Johnson EK, Rizzo JA, Steele SR: Dose sacrifice of the inferior mesenteric artery or superior rectal artery affect anastomotic leak following sigmoidectomy for diverticulitis? a retrospective review. *Am J Surg* 2011; 201: 623-627
 8. Surtees P, Ritchie JK, Phillips RK: High versus low ligation of the inferior mesenteric artery in rectal cancer. *Br J Surg* 1990; 77: 618-621
 9. Zebrowski W, Augustyniak E, Zajac S: Variations of origin and branching of the inferior mesenteric artery and its anastomoses. *Folia Morphol* 1971; 30: 575-583
 10. Miyamoto R, Nagai K, Kemmochi A, Inagawa S, Yamamoto M: Three-dimensional reconstruction of the vascular arrangement including the inferior mesenteric artery and left colic artery in laparoscope-assisted colorectal surgery. *Surg Endosc* 2016; 30: 4400-4404
 11. Murono K, Kawai K, Kazama S, Ichihara S, Yamaguchi H, Sunami E: Anatomy of the inferior mesenteric artery evaluated using 3-dimensional CT angiography. *Dis Colon Rectum* 2015; 58: 214-219
 12. Basmajian JV: The main arteries of the large intestine. *Surg Gynecol Obstet* 1955; 101: 585-591
 13. Griffiths JD: Surgical anatomy of the blood supply of the distal colon. *Ann R Coll Surg Engl* 1956; 19: 241-256
 14. 甲田英一: 腹部血管のX線解剖図譜. 平松京一編. 腹部血管のX線解剖図譜. 医学書院, 東京, 1982; 146-161
 15. 加藤誠, 沢井清司, 高橋俊雄, 谷口弘毅, 塩飽保博, 徳田一, 他: 血管造影125例からみた上・下腸間膜動脈の分岐走行変異. *日大腸肛門病会誌* 1990; 43: 277-285
 16. 矢田裕一, 沢井清司, 大原都桂, 下間正隆, 谷口弘毅, 高橋俊雄, 他: 動脈の分岐走行とリンパ節転移状況からみた結腸癌の部位別D2郭清術. *日消外会誌* 1996; 29: 710-716
 17. 樋口晃生, 齊藤修治, 池秀之, 三箇山洋, 原田浩, 三辺大介, 他: 3D-CT血管造影による大腸癌術前症例の上・下腸間膜動脈の分岐走行分類. *日大腸肛門病会誌* 2014; 67: 68-73
 18. 大腸癌取扱い規約 第8版. 大腸癌研究会編. 2013 金原出版, 東京
 19. Bertrand MM, Delmond L, Mazars R, Ripoche J, Macri F, Prudhomme M: Is low tie ligation truly reproducible in colorectal cancer surgery? Anatomical study of the inferior mesenteric artery division branches. *Surg Radiol Anat* 2014; 36: 1057-1062
 20. Bonnet S, Berger A, Hentati N, Abid B, Chavallier JM, Wind P, et al.: High tie versus low tie vascular ligation of the inferior mesenteric artery in colorectal cancer surgery: impact on the gain in colon length and implications on the feasibility of anastomoses. *Dis Colon Rectum* 2012; 55: 515-521
 21. 成島一夫, 宮内英聡, 大平学, 郡司久, 早野康一, 青柳智義, 他: シミュレーションCT Colonographyを用いたか腸間膜動脈温存副苦境補助下S状結腸切除術. 癌と化学療法 2015; 42: 2136-2138
 22. Seike K, Koda K, Saito N, Oda K, Kosuge C, Shimizu K, et al.: Laser Doppler assessment of the influence of division at the root of the inferior mesenteric artery on anastomotic blood flow in rectosigmoid cancer surgery. *Int J Colorectal Dis* 2007; 22: 689-697
 23. Hsu TC: Inferior mesenteric artery stump pressure is an unreliable predictor of the outcome of colorectal anastomosis. *Int J Colorectal Dis* 2007; 22: 1481-1484
 24. Watanabe J, Ota M, Suwa Y, Suzuki S, Suwa H, Momiyama M, et al.: Evaluation of the intestinal blood flow near the rectosigmoid junction using the indocyanine green fluorescence method in a colorectal cancer surgery. *Int J Colorectal Dis* 2015; 30: 329-335
 25. Boni L, Fingerhut A, Marzorati A, Rausei S, Dionigi G, Cassinotti E: Indocyanine green fluorescence angiography during laparoscopic low anterior resection: results of a case-matched study. *Surg Endosc* 2017; 31: 1836-1840
 26. Shigematsu H, Nunokawa M, Hatakeyama T, Aranoto H, Ohshiro H, Kobayashi I, et al.: Inferior mesenteric and hypogastric artery reconstruction to prevent colonic ischemia following abdominal aortic aneurysmectomy. *Cardiovasc Surg* 1993; 1: 13-18
 27. Mitchell KM, Valentine RJ: Inferior mesenteric artery reimplantation does not guarantee colon viability in aortic surgery. *J Am Coll Surg* 2002; 194: 151-155

Surgical anatomy of inferior mesenteric artery (IMA) using 3D-CT simulation: special reference to significance in laparoscopic colorectal surgery

Mitsuhiro Yano, Toru Kosaka, Ichiro Hirai, Shinji Okazaki, Wataru Kimura

First Department of Surgery, Yamagata University Graduate School of Medical Science

ABSTRACT

The main feeding artery of the left-side colon and rectum branches from the inferior mesenteric artery (IMA). Anastomotic leakage after low anterior resection is induced by decreased blood flow or mechanical tension at the anastomosis. Whether resection at the root of the IMA (high tie) or at a distal portion after branching from the left colic artery is superior with regard to the site of lymph node dissection, anastomotic leakage, and hospital mortality remains controversial. We report about anatomical variation in the IMA branches using 3D-CT simulation and its clinical application. We performed 3D-CT angiography for 77 out of 85 rectal cancers operated at the First Department of Surgery, Yamagata University. The branch pattern of the left colic and sigmoidal arteries were classified into 3 types, including independent branching type, common trunk type, and simultaneous branching type. The frequency of these 3 types, the numbers of sigmoidal arteries, operating time, and intra-operative blood loss were determined. The independent branching of the left colic and sigmoidal arteries from the IMA represent the independent branching type; their branching as a common trunk represent the common trunk type; and their simultaneous branching represents the simultaneous branching type. The independent branching type is the most frequent (50.6%), followed by the common trunk type (42.9%), and the simultaneous branching type (6.5%). Overall, one sigmoidal artery (1.3%), 2 arteries (89.6%), 3 arteries (7.8%), and ≥ 4 arteries (1.3%) were detected with most cases presenting with 2 sigmoidal arteries. Neither the operating time nor blood loss influenced the IMA branching pattern.

The anatomical variation of IMA branches as observed using 3D-CT reconstruction was reported. It is suggested that preoperative 3D-CT simulation of IMA branches is useful for laparoscopic rectal surgery.

Key words: 3D simulation, inferior mesenteric artery, left colic artery, sigmoid artery, laparoscopic rectal surgery